

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Escola de Engenharia**

**Curso de Especialização em Construção Civil**

**PEDRO CORRÊA ANDRADE**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE  
ARGAMASSAS COLANTES EM PAREDE DE  
CONCRETO NÃO LAVADA DE ACORDO COM A  
NBR 13754:1996 E A NBR 14081-3:2012**

**BELO HORIZONTE  
2019.**

**PEDRO CORRÊA ANDRADE**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE  
ARGAMASSAS COLANTES EM PAREDE DE  
CONCRETO NÃO LAVADA DE ACORDO COM A  
NBR 13754:1996 E A NBR 14081-3:2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Especialização em Construção Civil do departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior**

**Belo Horizonte,  
2019.**

**PEDRO CORRÊA ANDRADE**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS COLANTES  
EM PAREDE DE CONCRETO NÃO LAVADA DE ACORDO COM  
A NBR 13754:1996 E A NBR 14081-3:2012**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de  
201\_\_, ao Curso de Especialização em Construção Civil, aprovado pela banca  
examinadora constituída dos professores:

---

**Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior**

UFMG – Escola de Engenharia

---

**Prof. Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco**

UFMG – Escola de Engenharia

## RESUMO

Indústrias vinculadas ao segmento de civil encontram-se comumente interessadas em revestimentos cerâmicos e na produção de argamassas, pois o Brasil tem apresentado nos últimos anos alto consumo desses produtos, diante de tal cenário torna-se interesse avaliar a qualidade e desempenho de argamassas comerciais para o assentamento de revestimentos cerâmicos. Assim, o estudo quanti-qualitativo o qual engloba um estudo de caso como levantamento, busca averiguar a qualidade e o desempenho das argamassas comerciais do fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) do fabricante 3 (AC-I, AC-II, AC-III) para o assentamento de revestimento cerâmico em parede de concreto não lavada a partir das normas NBR NBR 13754:1996 e NBR 14081-3:2012. Diante das normas NBR 13754:1996 e NBR 14081-3:2012 pôde-se determinar valores de resistência á aderência á tração (NBR 13754:1996), suposição do tempo de aberto (NBR 14081-3:2012), observações e inferências das maneiras como ocorreram os arrancamentos e as rupturas das argamassas colantes comerciais. Avaliou-se que a argamassa que apresentou mais aderência foi a AC-II fabricante 3 e a que obteve menor aderência foi a AC-I do fabricante 2, os quesitos observacionais de arrancamentos inferiram que todas as argamassas sofreram rupturas na interface argamassa/substrato em diferentes proporções, garantindo que todos os valores de resistência á atração foram iguais aos dos ensaios. As argamassas do fabricante 3 AC-I, fabricante 2 AC-I e AC-II não atenderam ao limite de tempo em aberto exigido pela norma. Contudo, verificou-se que as argamassas que apresentaram melhor desempenho e demonstraram-se de maior qualidade para os assentamentos de revestimentos cerâmicos em uma parede de concreta não lavada, foram as argamassas fabricante 1 AC-I e AC-II.

**Palavras-Chave:** Argamassas colantes. Revestimentos cerâmicos. NBR 13754:1996. NBR 14081-3:2012. Aderência. Tempo em aberto. Arrancamentos. Rupturas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema das posições do substrato, argamassa e a placa de cerâmica. .....	5
Figura 2 Demonstração da argamassa com viscosidade não adequada para aderência da placa de cerâmica ao substrato .....	8
Figura 3 Ilustração do protocolo de assentamento do revestimento cerâmico em uma parede utilizando argamassa colante.....	12
Figura 4 Ilustração do assentamento adequado dos revestimentos cerâmicos de acordo com a presente norma.....	13
Figura 5 Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência a tração...	15
Figura 6 Esquema exemplificando a posição adequada das placas de cerâmica. .....	18
Figura 7 Esquema demonstrando as possíveis maneiras de ruptura.....	19
Figura 8 Parede de concreto para realização dos ensaios de aderência a tração e determinação do tempo aberto.....	22
Figura 9 Aplicação das argamassas na parede de concreto não lavada .....	28
Figura 10 Espessura da aplicação das argamassas .....	28
Figura 11 Assentamento dos revestimentos cerâmicos nas argamassas colantes .....	29
Figura 12 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 3 do tipo AC-I.....	30
Figura 13 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 3 do tipo AC-I.....	30
Figura 14 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 3 do tipo C2. ....	31
Figura 15 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 3 do tipo C2. ....	31
Figura 16 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 3 do tipo AC-II.....	32
Figura 17 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 3 do tipo AC-III.....	32
Figura 18 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa fabricante 1 do tipo AC-I. ....	33

Figura 19 Face da parede de concreto não lavada após ruptura – Argamassa fabricante 1 do tipo AC-I.....	34
Figura 20 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa fabricante 1 do tipo AC-II. ....	34
Figura 21 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa fabricante 1 do tipo AC-II.....	35
Figura 22 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa fabricante 1 do tipo AC-III. ....	35
Figura 23 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa fabricante 1 do tipo AC-III.....	36
Figura 24 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-I.....	37
Figura 25 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 2 do tipo AC-I.....	37
Figura 26 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-II.....	38
Figura 27 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 2 do tipo AC-II.....	38
Figura 28 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-III.....	39
Figura 29 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 2 do tipo AC-III.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo em aberto necessário para cada tipo de argamassa conforme a ABNT NBR 14081-1 .....	17
Tabela 2 Valores obtidos de resistência á tração a partir do ensaio de aderência – Argamassas do fabricante 3.....	25
Tabela 3 Valores obtidos de resistência á tração a partir do ensaio de aderência – Argamassas fabricante 1 .....	26
Tabela 4 Valores obtidos de resistência á tração a partir do ensaio de aderência – Argamassas do fabricante 2.....	26
Tabela 5 Avaliações de rupturas - Argamassas do fabricante 3 .....	33
Tabela 6 Avaliações de rupturas - Argamassas do fabricante 1 .....	36
Tabela 7 Avaliações de rupturas - Argamassas do fabricante 2 .....	40
Tabela 8 Tensões de rupturas - Argamassas fabricante 3.....	41
Tabela 9 Tensões de rupturas - Argamassas fabricante 1 .....	43
Tabela 10 Tensões de rupturas - Argamassas do fabricante 2.....	43
Tabela 11 Características das rupturas - Argamassas fabricante 3 .....	45
Tabela 12 Características das rupturas - Argamassas fabricante 1 .....	46
Tabela 13 Características das rupturas - Argamassas do fabricante 2 .....	47

## SÚMARIO

INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO 1: ARGAMASSAS .....	3
1.1 Argamassas para assentamento de revestimentos cerâmicos .....	4
1.1.1 Classificação das argamassas colantes para assentamentos de revestimentos cerâmicos.....	6
1.1.2 Reologia das argamassas colantes.....	6
<b>CAPÍTULO 2: NBR 13.754:1996 .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 3: NBR 14081-3:2012.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>24</b>
5.1 NBR 13754:1996.....	24
5.1.1 Resistência de aderência a tração das argamassas colantes comerciais	24
5.1.2 Inspeção visual dos arrancamentos .....	27
5.1.3.2 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 3 .....	29
5.1.3.3 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 2 .....	36
5.2 NBR 14081-3:2012.....	40
5.2.1 Estimativa do tempo em aberto das argamassas colantes comerciais ...	40
5.2.2. Inspeção visual dos arrancamentos .....	44
5.2.2.1 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 3 .....	44
5.2.2.2 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 1 .....	45
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>

## INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro de argamassas colantes (AC) industriais tem gerado grande interesse de indústrias de cerâmica para revestimento, indústrias cimenteiras e até mesmo por grupos internacionais associados à produção dessas argamassas, tal fato está associado ao Brasil ser um dos maiores consumidores mundiais de cerâmica para revestimentos.

Segundo Silva (2003) o Brasil possui um consumo médio de 5 kg/m<sup>2</sup> de argamassa colante para assentamento de cerâmica para revestimento, sendo que a produção da argamassa em 2001 foi em torno 2.100.000 toneladas, gerando um faturamento de R\$ 460.000 milhões.

Além do fato da importância que as argamassas possuem no setor econômico brasileiro, vale evidenciar quanto à qualidade com que os mesmos estão sendo comercializados. O que pode ser corroborado pelo Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade do Habitat – PBPQ-H, o qual tem como função organizar o setor da construção civil em torno da melhoria da qualidade das construções habitacionais e modernizações produtivas, sendo um programa de gestão da qualidade regido pela portaria número 383 de 14 de junho de 2018 (LIMA, 2017). Um dos principais materiais inclusos nesse programa são as argamassas colantes, que objetiva combater a utilização desse material em não conformidade com as normas técnicas.

Essas normas técnicas desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas (ABNT), específicas para construção civil, estipulam diretrizes a serem seguidas em procedimento de trabalhos, fabricação das argamassas e várias orientações ligadas à construção com esse tipo de material. As normas que estabelecem requisitos para garantir e avaliar a qualidade da produção e utilização das argamassas colantes são as: NBR 9479:2006, NBR 12041:2012, NBR 13276:2005, NBR 13277:2005, NBR 13278:2005, NBR 13279:2005, NBR 13280:2005, NBR 13528:2010, NBR 14081-2:2015, NBR 14081-3:2012, NBR 14081-4:2012, NBR 14081-5:2012, NBR 14086:2004, NBR 15258:2005, NBR 15259:2005 e NBR 15261:2005 (IAU, 2010). Sendo que no estudo em questão

será abordada a norma NBR 13754:1996 que possui diretrizes quanto aos padrões para resistência de aderência à tração adequada para as argamassas colantes. Também a NBR 14081-3:2012, a qual possui requisitos referentes a determinação adequada do tempo aberto para diferentes tipos argamassas colantes, que é o intervalo entre a aplicação da argamassa até a formação de uma camada que impede a aderência, pois um tempo aberto mais longo permite ao assentador trabalhar com segurança inclusive em condições desfavoráveis de obra (alta, temperatura, baixa umidade ou substrato muito absorvente).

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o desempenho das argamassas colantes industriais em parede de concreto não lavada, através dos ensaios de teste de aderência (NBR 13754:1996, porém os assentamentos foram realizados em parede de concreto não lavada e não em substrato padrão produzida pela ABCP conforme norma) e da estimativa do tempo em aberto (assemelhando-se a NBR 14081-3:2012). Cujos objetivos específicos são: analisar e avaliar argamassas colantes das marcas do fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) e do fabricante 3 (AC-I, AC-II, AC-III), quanto ao melhor desempenho no ensaio de teste de aderência, determinar qual possui adequado tempo em aberto para utilização *in loco* e assim inferir qual marca de argamassa é a mais aconselhável para ser utilizada para assentamento de cerâmicas em parede de concreto não lavada.

## CAPÍTULO 1: ARGAMASSAS

Argamassas são classificadas como misturas que contêm agregados miúdos (cimento e areia), aglomerantes inorgânicos (cal) e água, podendo conter aditivos para garantir maior desempenho. Segundo Marvila (2018) são utilizadas em diversas etapas no canteiro de obra, como exemplo, na execução da parede de uma alvenaria, onde os blocos e tijolos são assentados através da argamassa contida entre eles, sem a argamassa não é possível haver sustentação da parede, como também a necessidade de ter uma camada de argamassas entre a cerâmica e a parede, o que garante a aderência entre ambos.

Acredita-se que a argamassa originou-se na Pérsia antiga, a qual era utilizada na alvenaria de tijolos secos ao sol, com assentamento de argamassas de cal. Foi na Roma antiga que a argamassa começou a ser desenvolvida como sistema construtivo. Durante o Império Romano iniciou-se a adição de material aglomerante (cinzas vulcânicas), com materiais inertes, dando origem às primeiras argamassas (FLORENZANO, 2016)

De acordo com Moraes (2018) no Brasil, a argamassa passou a ser utilizada no primeiro século da colonização, para assentamento de alvenaria de pedra. A cal que constituía a argamassa era obtida através da queima de conchas e mariscos, o óleo de baleia era também muito utilizado como aglomerante, no preparo de argamassas para assentamento.

De acordo com a função e necessidade de utilização da argamassa a mesma possui diferenças em suas formulações para melhor atender á demanda. As variações de seus constituintes estão associadas a variação do traço (proporção de cada material presente na mistura) e a adição de ativos com diferentes propriedades (aditivos impermeabilizantes ou aditivos que melhoram a consistência da massa).

Os aditivos para argamassas incluem: os plastificantes (aumentam a resistência com menos água no preparo), fluidificantes (possuem o mesmo efeito do plastificante, porém mais efetivo), incorporadores de ar (incorporam bolhas de ar, aumentando a impermeabilidade), hidrofugantes (repelem a água),

retardadores (retardam a pega) e aceleradores (aceleram a pega) (GASPARIN, 2017).

Souza, Guimarães e Peruzzi (2013) afirmam que durante tempos remotos as argamassas eram desenvolvidas no próprio canteiro de obra, porém com o avanço tecnológico, e a alta demanda pelo material, o mesmo passou a ter sua produção industrializada. Tal fato acarretou em fatores positivos, como em relação ao custo, já que ao desenvolver a mistura no canteiro de obra havia considerável desperdício de materiais e ocupação do tempo ocioso dos trabalhadores.

Outro fator relevante é no quesito da segurança, pois com a argamassa industrializada há garantia da qualidade e quantidade precisa de cada constituinte da argamassa, garantindo assim a possibilidade de adquirir argamassa específica para cada tipo de serviço a ser executado, sendo necessário apenas adicionar água ao produto. Quando recém-adicionada a água, possui boa plasticidade, com o passar do tempo quando endurecem possuem rigidez, resistência e aderência (SOUZA; GUIMARÃES; PERUZZI, 2013).

Assim, há no mercado civil, argamassas para cada tipo de aplicação: para assentamento de alvenaria, assentamento de cerâmica, para contra piso, dentre outras funcionalidades, as quais são classificadas como argamassas comuns (de assentamento e de revestimento) ou argamassas refratárias (para assentamento de peças refratárias). As argamassas também são classificadas quanto ao tipo de aglomerante presente em sua formulação (área, hidráulicas ou mistas), em relação ao número de elementos ativos (simples ou composta), quanto a sua dosagem (pobres/magras, cheias ou ricas/gordas) e quanto a sua consistência (secas, plásticas ou fluidas) (MORAES, 2018).

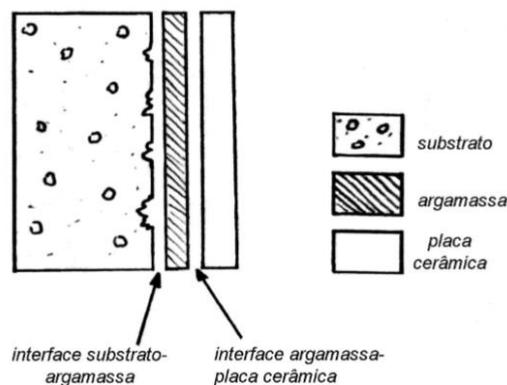
### **1.1 Argamassas para assentamento de revestimentos cerâmicos**

As argamassas colantes possuem em suas formulações industriais: agregados minerais (areia), aglomerantes (cimento), água e aditivos. Neste tipo de argamassa os agregados são a parte sólida que está envolvida por um líquido viscoso composto por cimento, aditivo e por frações menores de 0,075 mm dos agregados, formando a pasta/matriz (BELLEI, 2016). De acordo com Silva e Roman (2002):

(...) as argamassas colantes utilizam aditivos especiais em sua composição, entre eles os látex poliméricos de Etil Vinil Acetílico (EVA) e éteres de celulose Hidroxietil Celulose Enxertada (HEC), no intuito de que se obtenham melhorias em suas propriedades físicas tanto no estado fresco como endurecido. A trabalhabilidade e a retenção de água são modificadas pela presença de éteres de celulose HEC, já o aumento da adesividade ao revestimento cerâmico e a capacidade de deformação da argamassa no estado endurecido, são responsabilidades do aditivo látex poliméricos de EVA (SILVA; ROMAN, 2002, pg. 72).

O assentamento de revestimento cerâmico sobre o substrato é usualmente efetuado aplicando-se uma camada intermediária de uma argamassa, denominada colante, especificamente desenvolvida para a união dos componentes, conforme a Figura 1.

**Figura 1 Esquema das posições do substrato, argamassa e a placa de cerâmica.**



Fonte: Costa, Cincotto, Pileggi 2005.

A Figura 1 evidencia que a presença da argamassa colante entre a placa cerâmica e o substrato resulta na formação de duas interfaces distintas (argamassa/substrato, argamassa/placa cerâmica), devendo cada uma apresentar um nível de aderência adequado que garanta ao sistema suportar as solicitações e os esforços a que todo o conjunto estará submetido (COSTA; CINCOTTO; PILEGGI, 2005).

A principal função dessas argamassas é ser como um “adesivo” para o assentamento de revestimentos em pisos e paredes, de materiais como: cerâmica, porcelanato, granitos e mármore. Esses materiais, geralmente, são aplicados sobre um determinado tipo de substrato, entre eles, concreto, cerâmica e gesso acartonado (*drywall*) (KUDO, 2012).

Os constituintes presentes nas argamassas de regularização garantem a funcionalidade de aderência das mesmas, a qual depende do seu comportamento reológico.

### **1.1.1 Classificação das argamassas colantes para assentamentos de revestimentos cerâmicos**

As argamassas colantes industrializadas para assentamento de revestimentos cerâmicos são classificadas de acordo com NBR 14081-1:2012, sendo subdividas em ACI, ACII, ACIII e as que possuem a letra E referem-se as que possuem tempo em aberto estendido e/ou D as que possuem deslizamento reduzido (PEREIRA, 2018)

De acordo com Pereira (2018) as argamassas do tipo AC-I são recomendáveis para assentamento de revestimentos e pisos cerâmicos em ambientes internos, podendo ser aplicada na área seca ou molhada, onde não há tráfego de carga, vibrações e variações térmicas.

Ainda segundo Pereira (2018) as argamassas AC-II são comumente utilizadas em ambientes internos e externos, já que possui a capacidade de suportar as variações de temperatura, umidade e ação do vento dos revestimentos cerâmicos e de pisos. Assim, podem ser utilizadas para assentamento de revestimento de piscinas de água fria e pisos cerâmicos industriais, área pública, ambientes sujeitos a chuva e sol ou de cargas geradas pelo movimento de pessoas ou maquinas.

A argamassa AC-III é a mais aderente dentre os três tipos de argamassa, por isso é indicada para assentamento de revestimentos cerâmicos em fachadas onde o risco de acidentes por queda das peças é grande e para assentamento de revestimentos de placas grandes, maiores do que 60x60cm. A aderência superior é garantida devido a presença dos polímeros vinílicos, acrílicos, entre outros, que auxiliam na melhoria do seu desempenho (PEREIRA, 2018).

### **1.1.1 Reologia das argamassas colantes**

A reologia das argamassas colantes baseia-se nas propriedades reológicas de um fluido, analisa-se parâmetros de viscosidade, plasticidade,

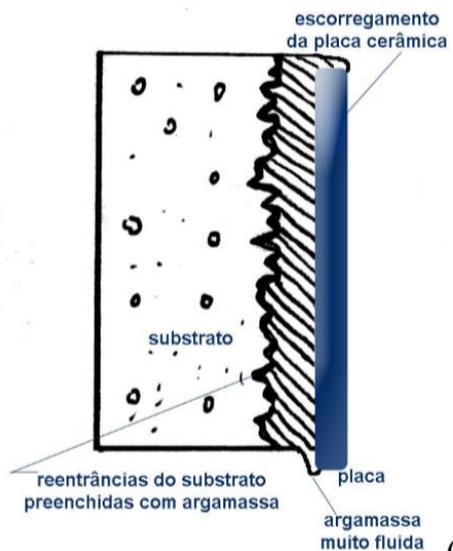
elasticidade e o escoamento da matéria, englobam as mudanças na forma e no fluxo de um material, englobando todas estas variantes. Entender o comportamento reológico das argamassas colantes é importante para evitar o “descolamento” do revestimento cerâmico com o decorrer da sua vida útil (SANTOS, 2008).

Considerando que a utilização da argamassa colante ocorre no estado fresco anterior ao início da pega do cimento, suas características neste estado garantem o desempenho final quando endurecido, já que determina o grau de cobertura das superfícies de contato.

Correlacionando o estudo reológico as características de uma argamassa colante avalia-se a viscosidade da mesma está relacionada com a sua facilidade de escoamento, determinando a facilidade de seu espalhamento e penetração nas rugosidades do substrato (onde será assentada a cerâmica). O preenchimento das mesmas fortalece o fenômeno mecânico de ancoragem da argamassa e a resistência de aderência da interface cerâmica-substrato (OLIVEIRA, 2015).

De acordo com Costa, Cincotto e Pileggi (2005) além da necessidade da argamassa apresentar viscosidade ideal para atingir um bom desempenho, a mesma deverá desenvolver tensão de escoamento suficiente para suportar o peso da placa/cerâmica e o seu peso próprio sem escorregar, após aplicação do revestimento. A Figura 2 apresenta o exemplo de uma argamassa com viscosidade não ideal.

**Figura 2 Demonstração da argamassa com viscosidade não adequada para aderência da placa de cerâmica ao substrato**



Fonte: Costa, Cincotto, Pileggi 2005.

A Figura 2 demonstra uma argamassa com baixa tensão de escoamento, ou seja, uma argamassa com característica reológica inadequada para o assentamento de revestimento cerâmico a parede de concreto. De acordo com Costa, Cincotto e Pileggi (2005):

(..) na interface argamassa – placa cerâmica a viscosidade da argamassa deve permitir a formação adequada de cordões de argamassa com a utilização da desempenadeira dentada e proporcionar facilidade de esmagamento dos mesmos quando da colocação da placa cerâmica e posterior pressão exercida (“aperto”). Uma baixa viscosidade irá auxiliar na facilidade de formação dos cordões, mas não garantirá que os mesmos preencham totalmente o tardo da placa, o que dependerá também do balanço entre a pressão exercida pelo oficial pedreiro e a tensão de escoamento da argamassa (COSTA; CINCOTTO; PILEGGI, 2005, pg. 385)

Existem diversos fatores que influenciam na reologia das argamassas colantes, são elas: granulometria, a concentração e tipo de aditivos presentes na formulação e a quantidade de água utilizada na mistura. Os aditivos dispersantes reduzem a possibilidade de aglomeração das partículas, facilitando o escoamento, o que conseqüentemente reduz a viscosidade. A quantidade de água a ser adicionada na argamassa faz com que ocorra dispersão das partículas, o que também reduz a viscosidade do material (PILEGGI, 2001; PAPO e PIANI, 2004).

Durante a mistura da água as argamassas o profissional pode determinar a quantidade de água empiricamente de acordo de onde será utilizada a mesma, adequando ao comportamento da viscosidade do produto. Caso opte por adicionar uma quantidade mínima de água, a argamassa secará rapidamente, afetando a interação argamassa fresca e substrato, o que causa problemas nas propriedades de endurecimento do produto (KUDO, 2012)

Do ponto de vista econômico, o comportamento reológico das argamassas colantes é algo que influencia na compra da argamassa, já que as que possuem melhor comportamento reológico são aquelas que os profissionais definem como adequadas para o trabalho de assentamento, o que garante maior produtividade e desempenho.

## **CAPÍTULO 2: NBR 13.754:1996**

O desempenho das argamassas está associado a diversos fatores, sendo eles: as características da base, os materiais que a compõe, até mesmo as condições ambientais e os métodos de aplicação utilizados. Um fator fundamental que garante a qualidade e desempenho das argamassas é a sua capacidade aderente, mas sabe-se que a aderência de uma mesma argamassa varia de acordo com o substrato a qual é submetida, seja ele de concreto ou composto por blocos (cerâmicos, de concreto ou sílico-calcário) (SANTOS, 2008).

As condições ambientais influenciam na qualidade do revestimento, pois uma determinada argamassa pode ser aplicada com sucesso em uma fachada sul, mas apresentar características distintas quando introduzida na fachada norte, exposta a ventos constantes que impedem a hidratação do material (NAKARUMA, 2010). Por isso a importância de se testar e avaliar a aderência das argamassas de revestimento utilizando revestimento de paredes internas com placas de cerâmicas, para avaliar a aderência do substrato-argamassa-placa de cerâmica, de acordo com a norma 13.754:1996.

Para o escopo do presente trabalho o ensaio de aderência e a ruptura do substrato devem ser realizados de acordo com as diretrizes existentes na norma NBR 13.754:1996 - Revestimentos de paredes com placas cerâmicas com utilização de argamassa colante, a qual dispõe: dos requisitos relativos ao uso dos materiais (preparação do revestimento cerâmico, produção da argamassa), requisitos relativos às disposições construtivas (juntas, camadas suporte do revestimento, as argamassas, maneira adequada para o assentamento do revestimento cerâmico, rejuntamento e as tolerâncias de execução permitidas) e os critérios de conformidade, os quais buscam avaliar se o procedimento como um todo foi realizado corretamente, o que é corroborado pela resistência a aderência a tração simples e a forma de ruptura do corpo de prova (NAKARUMA, 2010).

Em relação a preparo do revestimento cerâmico a norma exprime que o mesmo deve estar seco e o seu tardoiz isento de pó ou partículas, que impeçam a sua boa aderência á argamassa. A água utilizada para o amassamento da

argamassa não deve conter teores prejudiciais de substâncias estranhas, na mistura pode ser adicionado o cimento Portlan e agregados de granulometria fina. A argamassa deve ser utilizada para o assentamento das cerâmicas, devendo ocorrer sua aplicação no máximo 2 horas e 30 minutos após seu preparo, para que então não ocorra o seu endurecimento.

Para o rejuntamento das cerâmicas, o material pode ser a base de cimento e agregados, cimento agregados e látex, resina epóxi ou resina urânica. Vale ressaltar que no caso do pressuposto do presente trabalho, utiliza-se argamassas colantes para assentamento e rejuntamento. Assim, de acordo com a norma, os agregados para a condição do presente trabalho devem ser menores ou iguais a 0,15 mm, para o rejuntamento das placas cerâmicas e para as juntas de assentamento com largura até 3 mm.

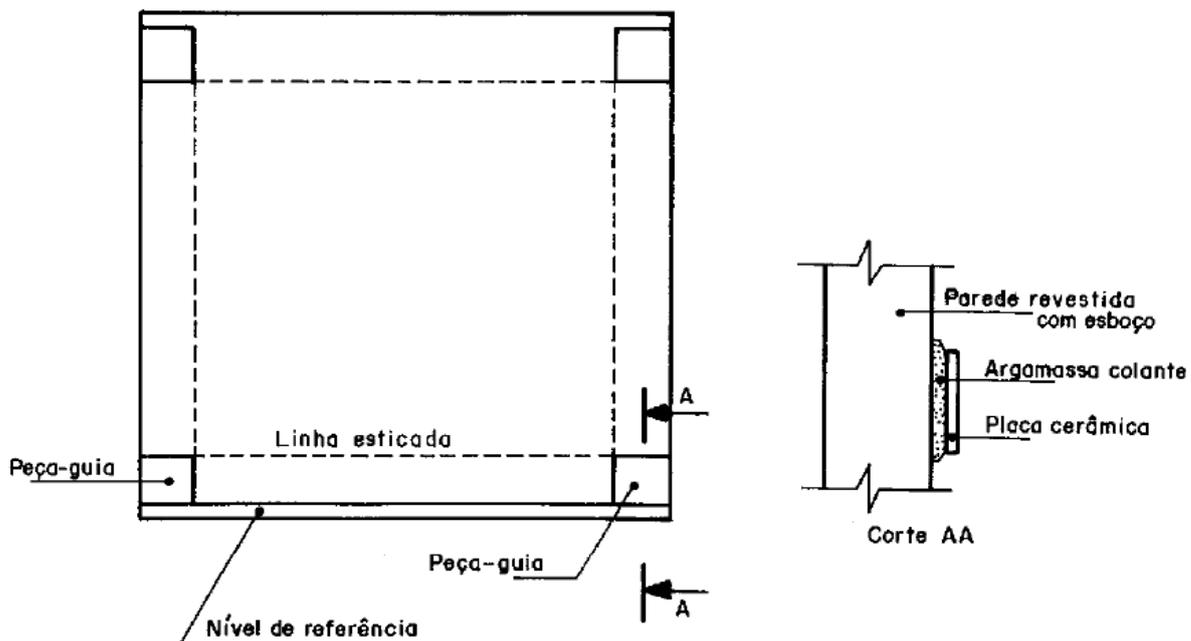
A superfície de aplicação (parede/substrato), a qual a será assentada a cerâmica-argamassa foi previamente umedecida. Porém, no presente trabalho a mesma não foi lavada (através utilização de jatos de água e produtos químicos para limpeza) para realização dos ensaios.

O assentamento do revestimento cerâmico deve ser realizado da seguinte maneira, conforme norma 13.754:1996.

O assentamento inicia-se estendendo-se a pasta de argamassa colante com o lado liso da desempenadeira de aço, apertando-a de encontro à superfície da base, formando uma camada uniforme de cerca de 3 mm a 4 mm. A seguir e com quantidade adicional de pasta, aplicar o lado denteado da desempenadeira em ângulo de 60°, formando cordões que facilitam o nivelamento e a fixação das placas cerâmicas. (ABNT, 1996, pg. 6)

Vale ressaltar que para determinar a quantidade de pasta e a sua espessura para aplicação, deve-se considerar as características da superfície do revestimento: tolerâncias nas irregularidades da superfície da base da cerâmica (caso haja irregularidades as mesmas devem ser totalmente preenchidas pela argamassa colante). Ainda, entre duas placas assentadas deve-se utilizar uma linha esticada ou uma régua, para servir como guia para o posicionamento das demais cerâmicas, conforme Figura 03.

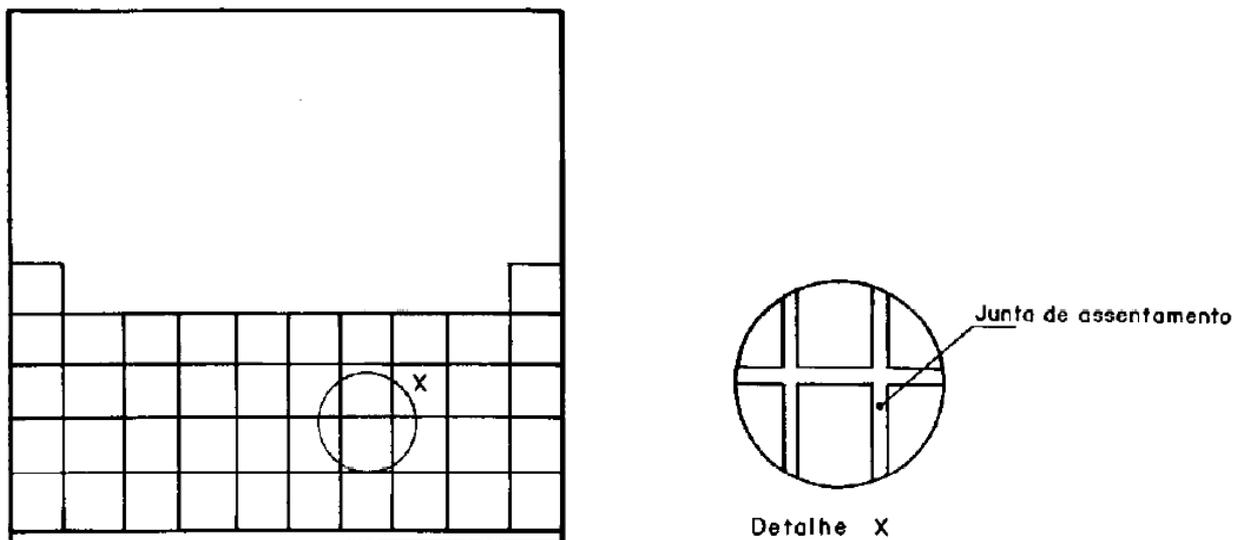
**Figura 3 Ilustração do protocolo de assentamento do revestimento cerâmico em uma parede utilizando argamassa colante.**



Fonte: ABNT, 1996.

Diante da Figura 3, vê-se o assentamento das peças guias apoiadas sobre calços, as quais devem servir como referência para o assentamento dos revestimentos restantes. O corte AA, presente também na Figura 3, evidência lateralmente a parede, em sequência a argamassa colante e a placa de revestimento cerâmico, assentadas conforme descrito na norma 13.754:1996. Após posicionar as peça-guias corretamente, os revestimentos restantes devem ser assentados de baixo para cima, conforme Figura 4.

**Figura 4 Ilustração do assentamento adequado dos revestimentos cerâmicos de acordo com a presente norma.**



Fonte: ABNT, 1996.

Além da demonstração da posição adequada do assentamento das placas cerâmicas, a Figura 4 também ilustra a junta de assentamento, que se caracteriza como o espaço vazio entre as placas cerâmicas, cuja finalidade é a de absorver as tensões que as cerâmicas podem sofrer (IAU, 2010). A medida adequada da junta de assentamento para revestimentos cerâmicos deve ser dimensionada conforme as dimensões da cerâmica a ser usada.

Para avaliar se o preparo da argamassa, a feitura da parede, o preparo dos revestimentos cerâmicos foi realizado adequadamente, se tais materiais utilizados são de qualidade e se possuem desempenho adequado para serem utilizados em obras civis, é fundamental realizar o ensaio de resistência à tração simples e a avaliação de como ocorreu a ruptura do corpo de prova. De acordo com Resende (2010):

O ensaio de resistência de aderência à tração é importante para verificar a interação entre as camadas constituintes do revestimento (base, camada de ligação, revestimento), determinando o valor da tensão de aderência máxima que o revestimento suporta, assim como qual a interface do revestimento que apresenta menor resistência às tensões atuantes no revestimento (RESENDE, 2010, on-line).

Segundo a ABNT (1996) cada ensaio de resistência a tração simples deve ser composto por no mínimo 6 corpos-de-prova que tenham as mesmas

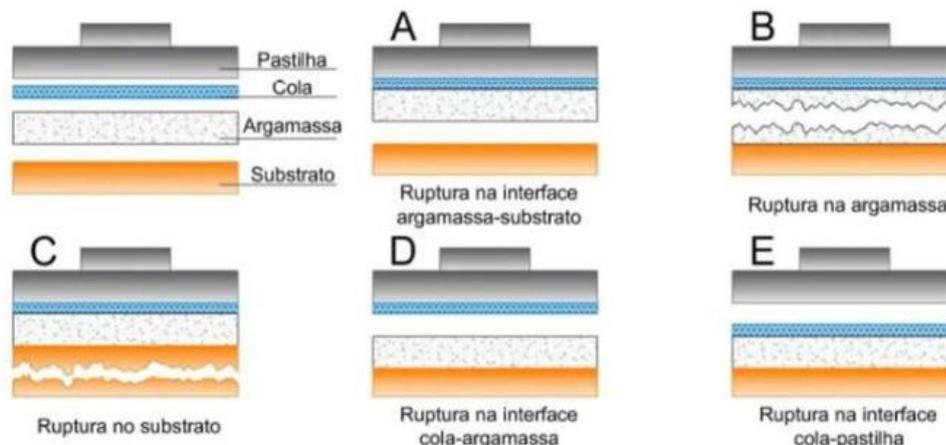
características, ou seja, tipo e preparo do substrato, argamassa de revestimento, forma de aplicação da argamassa e idade do revestimento.

Após o assentamento dos revestimentos cerâmico conforme descrito anteriormente e finalizada a secagem da argamassa colante de acordo com a descrição na embalagem da marca específica, deve-se aplicar a pastilha (placa de sessão quadrada com 100 mm de lado, possuindo o dispositivo em seu centro para acoplamento do equipamento de tração) sobre o revestimento cerâmico, previamente limpo, apertando manualmente por 30 s.

Deve-se acoplar o equipamento de tração á pastilha metálica e aplicar o esforço de tração perpendicularmente ao corpo de prova, com taxa de carregamento constante de  $(250 \pm 50)$  N/s, até que ocorra a ruptura do corpo de prova (revestimento cerâmico). Em seguida, deve-se identificar no equipamento dinamômetro a carga de ruptura (N) ou a tensão de ruptura (MPa). Caso após o arrancamento for identificado alguma falha durante a colagem do mesmo, deve-se realizar o procedimento por completo novamente (ABNT, 1996).

Após o arrancamento e a verificação de que o ensaio ocorreu adequadamente, é necessário identificar a forma como ocorreu a ruptura do corpo de prova, conforme evidenciado na Figura 5.

**Figura 5 Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência a tração.**



Fonte: MELLO, 2010.

Diante da Figura 5, avalia-se como argamassa colante (argamassa e cola), o revestimento cerâmico (pastilha) e o substrato (a parede). Também é de suma importância calcular a resistência de aderência à tração de cada corpo de prova através da Equação 2

$$Ra = \frac{F}{A} \text{ Equação 2}$$

Sendo que na Equação 2,  $Ra$  corresponde a resistência de aderência a tração (MPa),  $F$  é a força/carga de ruptura (N) e  $A$  é a área do corpo de prova ou da pastilha metálica (pois ambas devem possuir a mesma dimensão).

Assim, de acordo com a norma NBR 13.754:1996 é necessário avaliar a maneira como foi o arrancamento o revestimento da argamassa colante através da Figura 5 e determinar a resistência a aderência pela Equação 2 (aplicando os valores de área medido pelo paquímetro e de força mensurado pelo dinamômetro), o que permitirá avaliar o desempenho e qualidade de diferentes argamassas em revestimentos aplicados em diversos substratos através da sua capacidade de aderência de maneira padrão e normalizada.

### CAPÍTULO 3: NBR 14081-3:2012

O revestimento cerâmico possui funções de impermeabilidade, resistência e facilidade de manutenção, para que essas funções tornem-se pertinentes é necessário que a placa cerâmica esteja bem aderida ao substrato, sendo que essa aderência é garantida pela argamassa colante.

Para que haja um controle adequado do sistema cerâmica-argamassa-substrato é necessário que haja o monitoramento do tempo em aberto das argamassas colantes industrializadas, já que a ultrapassagem desse tempo pode ser uma possível causa de menor resistência, e assim ocasionar deslocamento do revestimento cerâmico ao substrato (IAU, 2010). De acordo com Soares e Antunes (2017):

O tempo aberto de uma argamassa colante é o intervalo entre a aplicação da argamassa até a formação de uma camada que impede a aderência. É o intervalo máximo de tempo, depois de estendidos os cordões, em que as placas ainda podem ser assentadas dentro da resistência de arrancamento. Um tempo aberto mais longo permite ao assentador trabalhar com segurança, inclusive em condições difíceis de obra, alta temperatura, baixa umidade ou substrato muito absorvente. Quando o tempo em aberto é ultrapassado, a argamassa deve ser retirada e descartada (SOARES e ANTUNES, 2017, pg. 2)

Assim, para avaliar e determinar um tempo aberto ótimo de uma argamassa colante de marca específica, faz-se necessário adequar-se as diretrizes da norma NBR 14081-3:2012, a qual estabelece um método para determinação do tempo em aberto para argamassa colante industrializada destinada ao assentamento de placas cerâmicas em pisos e paredes pelo método da camada fina (ABNT, 2012).

De acordo com a NBR 14081-3:2012 para verificar o tempo em aberto ótimo de uma determinada argamassa colante, são necessárias a argamassa em si, o substrato-padrão (placa de concreto armado com determinada composição, dimensões, absorção e resistência, destinada a servir como base, ou suporte, nos ensaios de argamassa colante industrializadas), placas de cerâmica e adesivo acrílico ou qualquer outra que permita a aderência da argamassa colante da peça metálica para o arrancamento. Neste caso, as placas de cerâmica devem ser no grupo B-III (de acordo com a normativa NBR 13817), pois apresentam baixa absorção de água, avalia-se que a sucção do material

cerâmico e a retenção de água da argamassa são parâmetros interativos. Se a retenção de água da argamassa for muito alta em relação à sucção do material cerâmico, o mesmo pode escorregar ou deslizar pela argamassa, prejudicando a aderência. Caso a sucção seja muito alta em relação a água, pode não haver água suficiente na interface cerâmica/argamassa para a hidratação dos grãos de cimento contidos na argamassa (PEREIRA, 2012). Além disso, as placas de cerâmica devem ser cortadas nas dimensões 50 mm de arestas, sem que haja imperfeições (ABNT, 2012).

Com a homogeneização da argamassa sob o substrato-padrão deve-se acionar o cronômetro e deixar transcorrer o tempo (min) conforme explicitado na ABNT NBR 14081-1 para o tempo em aberto específico para cada tipo de argamassa colante (AC-I, AC-II e AC-III), conforme Tabela 1.

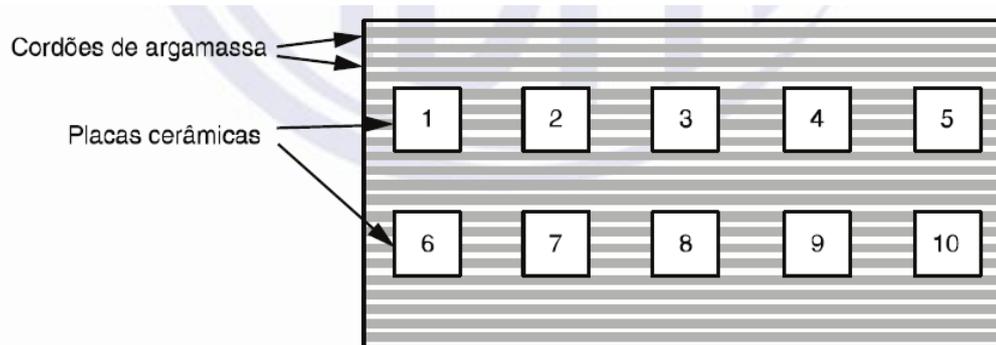
**Tabela 1 - Tempo em aberto necessário para cada tipo de argamassa conforme a ABNT NBR 14081-1**

Requisito	Método de ensaio	Unidade	Critério		
			AC I	AC II	AC III
<b>Tempo em aberto</b>	NBR 14081-3	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20
<b>Resistência de aderência à tração aos 28 dias, função do tipo de cura</b>	Cura normal Cura submersa Cura em estufa	NBR 14081-4		≥ 0,5	≥ 1,0
				≥ 0,5	≥ 1,0
			MPa	≥ 0,5	≥ 1,0

Fonte: ABNT, 2012.

De acordo com a ABNT (2012) para executar o ensaio é necessário que as dez placas cerâmicas sejam estendidas sobre quatro cordões da argamassa colante, onde haja uma separação de 50 mm entre elas e de 25 mm entre as bordas mais próximas do substrato, conforme Figura 6.

**Figura 6 Esquema exemplificando a posição adequada das placas de cerâmica.**



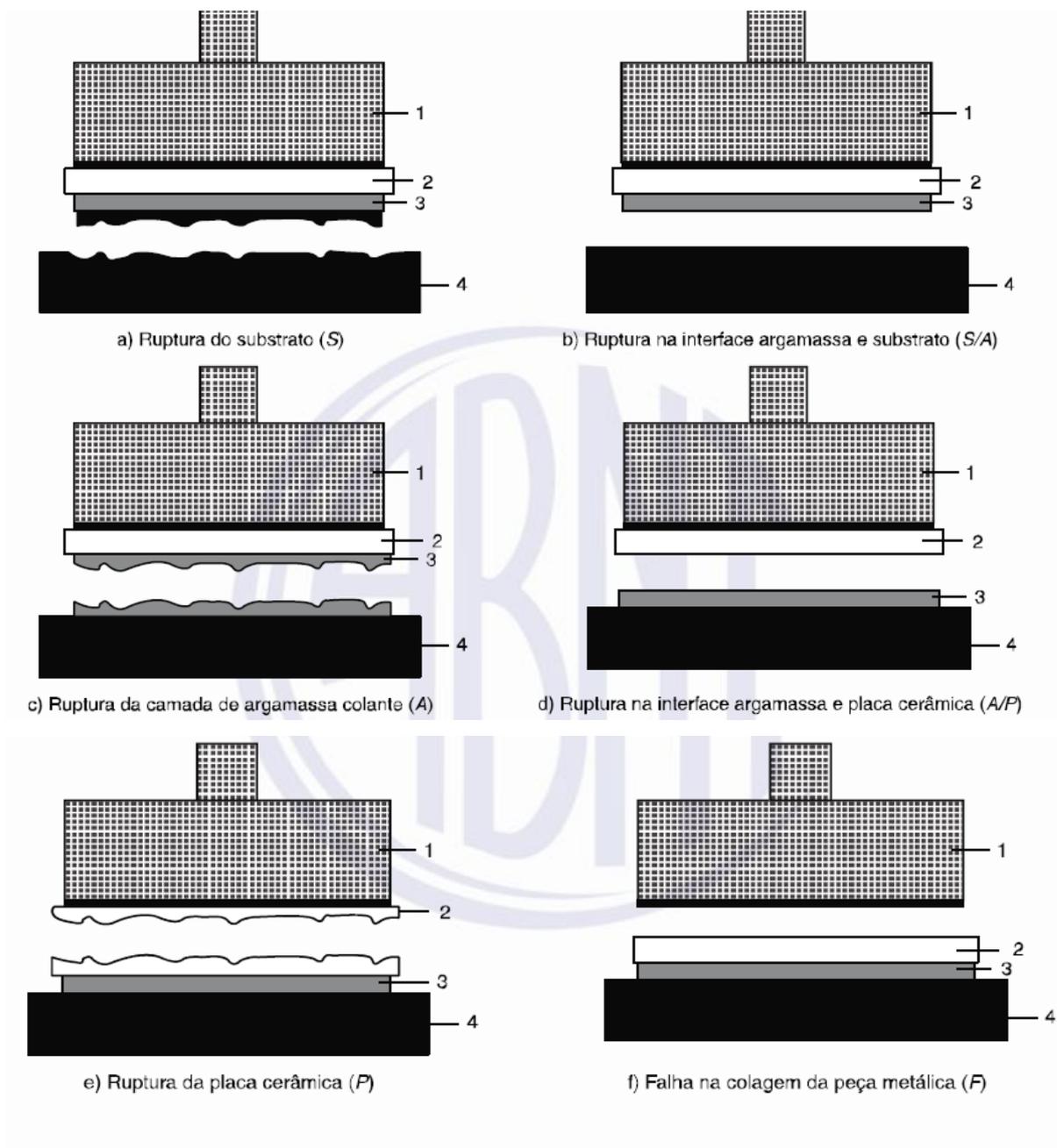
Fonte: ABNT, 2012.

Após determinar a posição correta das placas é necessário aplicar a argamassa colante e deixar regair por 30 s, vale ressaltar que o intervalo de tempo entre a aplicação da primeira placa de cerâmica e a última não pode exceder 30 s. Para o período adequado de cura da argamassa colante deve-se deixar em repouso o protótipo montado, durante um tempo de 28 dias. Antes das 72 horas para completar os 28 dias, deve-se colar em cada placa de cerâmica a peça metálica para o arrancamento, completado os 28 dias realiza-se o arrancamento com a máquina para o arrancamento por tração que permite uma velocidade de carregamento uniforme de 250 N/s (ABNT, 2012).

A partir da realização do ensaio para verificação de tempo aberto de uma argamassa colante específica (podendo ser do tipo AC-I, AC-II e AC-III) de maneira criteriosa conforme descrito anteriormente, é possível avaliar o seu desempenho e qualidade a partir de análises a olho nu conforme as características da ruptura e a partir do parâmetro de tensão de ruptura.

Assim é necessário avaliar a olho nu cada placa de cerâmica para então poder identificar como foi a ruptura e a porcentagem aproximada de ruptura, conforme exemplificações da Figura 7.

Figura 7 Esquema demonstrando as possíveis maneiras de ruptura.



Fonte: ABNT, 2012.

De acordo com a Figura 7 as enumerações 1, 2, 3, 4 representam a peça metálica, a placa de cerâmica, argamassa colante e o substrato-padrão, respectivamente. Torna-se imprescindível avaliar como está a ruptura: do substrato (S), interface argamassa e substrato (S/A), camada de argamassa colante (A), argamassa e placa de cerâmica (P) e se ocorreu alguma falha na colagem na peça metálica.

Expressando o resultado de maneira numérica tem-se a tensão de ruptura ( $F_t$ ), conforme a Equação 3.

$$F_t = \frac{T}{A} \text{ Equação 3}$$

Sendo que,  $F_t$  é a tensão ruptura (MPa), T é a tensão de ruptura (N) e A é a área da cerâmica (mm<sup>2</sup>), a qual é considerada 2500 mm<sup>2</sup>. Para média de tensão de ruptura iguais ou superiores a 0,30 MPa deve-se descartar os valores diferentes de 20% da média, para médias inferiores a 0,30 MPa, eliminar os resultados de tensão que se distanciam da média mais que 0,06 MPa (ABNT, 2012).

Assim, os valores resultantes do cálculo de tensão de ruptura devem ser comparados a 0,5 MPa, se caso o resultado da Equação 3 for igual ou superior, a argamassa colante em análise atende a norma NBR 14081:2012. Caso o valor calculado da tensão de ruptura da argamassa colante seja inferior a 0,5 MPa, a argamassa utilizada não atende as normas de qualidade e conseqüentemente não é aconselhável para ser utilizada no assentamento de revestimento cerâmico no substrato analisado.

## CAPÍTULO 4: METODOLOGIA

O estudo em questão caracteriza-se como uma pesquisa quanti-qualitativa, de acordo com Gil (2010) a pesquisa quanti-qualitativa baseia-se no uso da quantificação e análises, tanto na coleta quanto no tratamento das informações, utilizando-se técnicas estatísticas e de argumentação, objetivando resultados que evitem possíveis distorções de análise possibilitando uma maior margem de segurança. Por ser uma pesquisa quanti-qualitativa a mesma enquadra-se em um estudo de caso como levantamento, pois o pesquisador busca uma compreensão extensiva e com mais objetividade e validade conceitual, através de dados concretos. Resultados que advêm da seleção dos casos, instrumentos de coleta, levantamentos, análises e triangulação de dados.

Assim serão utilizados dados numéricos obtidos dos ensaios de tração e a suposição do tempo aberto das argamassas das marcas do fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) e do fabricante 3 (AC-I, AC-II e AC-III) e então aplicados nas equações descritas (Equação 2 e 3) e desenvolvimento de argumentos de como ocorreram os arrancamentos referente a cada corpo de prova em sua condição específica, de acordo com exemplificações contidas nas normas NBR 13754:1996 e NBR 14081-3:2012.

Avalia-se que a obra a qual foram avaliadas a qualidade e desempenho das argamassas colantes utilizadas para assentamentos de revestimentos cerâmicos é classificada como um edifício residencial: possui 50 blocos (4 pavimentos em cada bloco) sendo 4 apartamentos por andar, totalizando em 800 unidades com 1 vaga de garagem por unidade.

Os apartamentos possuem 2 quartos, sala, cozinha e banheiro. O residencial possui em sua área comum um salão de festas, playground, espaço fitness, salão de jogos, churrasqueira, piscinas adulto e infantil além de espaço kids. A obra se enquadra no programa habitacional do governo Minha Casa, Minha Vida e possui tempo de execução de 27 meses.

Para a realização dos ensaios de aderência e estimativa do tempo aberto das argamassas colantes, os mesmos foram realizados no próprio canteiro de obras, em um espaço destinado a realização da verificação da conformidade e qualidade de diferentes sistemas construtivos. Vale ressaltar que a norma NBR

14081-3:2012, exige que os ensaios para o tempo em aberto das argamassas colantes sejam realizados em laboratório, porém os mesmos foram realizados em campo, cujos assentamentos foram realizados em parede de concreto não lavada e não em substrato padrão produzida pela ABCP. Para isso, não pode-se afirmar exatidão e veracidade total aos valores de tempo em aberto encontrados das argamassas comerciais, portanto, é uma suposição e estimativa dos valores.

Para a montagem do substrato (parede composta por concreto) verificou-se primeiramente se o concreto a ser utilizado atingia a resistência mínima para desforma, que no caso da obra em estudo é de 3 MPa, conforme previsto em projeto estrutural. Após a conferência da resistência do concreto, fez-se a desforma e montagem das formas simultaneamente. As placas metálicas foram retiradas da estrutura concretada e aplicou-se o desmoldante de origem vegetal nas placas antes da montagem para facilitar o serviço de desforma. Porém, após a desforma a parede apresentou-se altamente porosa, com pequenas fissuras no encontro das placas e furos de ancoragem, conforme Figura 8.

**Figura 8 Parede de concreto para realização dos ensaios de aderência a tração e determinação do tempo aberto.**



Fonte: Acervo do Autor, 2019.

Assim, foi necessário realizar o fechamento dos vãos utilizando a argamassa AC-III, para que gerasse a rugosidade superficial adequada para a parede de concreto. Vale ressaltar que a parede de concreto em questão não foi lavada para realização dos ensaios de aderência e de verificação do tempo em aberto das argamassas colantes conforme as normas NBR 13754:1996 e NBR 14081-3:2012, respectivamente. Vale ressaltar que as paredes não foram lavadas pois retratamos a realidade da obra, que mesmo cientes das exigências normativas e boas práticas exigirem a lavagem das paredes, para retirada do excesso de desmoldante, a obra optou por não seguir estas diretrizes. Portanto, estamos retratando fielmente a situação da obra em específico, mesmo sabendo das exigências quanto a lavagem.

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante da realização dos ensaios para determinação da resistência de aderência à tração de revestimento cerâmico utilizando argamassa colante em substrato de concreto não lavado, e da realização do método para estipular o tempo em aberto das argamassas colantes industrializadas para assentamento de placas cerâmicas conforme diretrizes e especificações das normas NBR 13754:1996 e NBR 14081-3:2012, respectivamente. Obteve-se resultados de resistência de aderência a tração (MPa) e de tensão de ruptura (MPa) e foram realizadas análises observacionais quanto as características dos arrancamentos.

### 5.1 NBR 13754:1996

Nesta seção serão avaliados o desempenho e qualidade das argamassas do fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) e do fabricante 3 (AC-I, AC-II e AC-III) aplicadas em revestimento cerâmico utilizando-se do substrato de concreto não lavado, através da sua capacidade de aderência e como ocorreram os arrancamentos a olho nu, conforme a norma NBR 13754:1996.

#### 5.1.1 Resistência de aderência à tração das argamassas colantes comerciais

A resistência a aderência neste caso é conferida pela Equação 2, dada pelo parâmetro  $R_a$  (MPa) que é quociente da Força (N) exercida para o arrancamento do revestimento cerâmico de área 2500 (mm<sup>2</sup>) contendo as argamassas comerciais do fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) e do fabricante 3 (AC-I, AC-II e AC-III) aplicadas na parede de concreto.

$$R_a = \frac{F}{A} \text{ Equação 2}$$

Os ensaios de acordo com a normativa NBR 13754:1996 foram realizados em 10 repetições. A Tabela 2 evidencia os valores de  $Ra$  - Resistência a aderência a tração (MPa) da argamassa colante do fabricante 3 dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

**Tabela 2 Valores obtidos de resistência á tração a partir do ensaio de aderência – Argamassas do fabricante 3**

<b><math>Ra</math> - Resistência à aderência a tração (MPa)</b>			
	<b>AC-I</b>	<b>AC-II</b>	<b>AC-III</b>
<b>Cp1</b>	0,16	0,60	0,43
<b>Cp2</b>	0,15	1,32	0,66
<b>Cp3</b>	0,14	1,25	0,47
<b>Cp4</b>	0,03	1,10	0,53
<b>Cp5</b>	0,75	1,30	0,32
<b>Cp6</b>	0,58	1,07	0,64
<b>Cp7</b>	0,29	0,90	0,31
<b>Cp8</b>	0,18	0,84	1,20
<b>Cp9</b>	0,29	1,13	0,71
<b>Cp10</b>	0,48	1,05	0,78
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,216</b>	<b>0,213</b>	<b>0,250</b>
<b>Média</b>	<b>0,305</b>	<b>1,056</b>	<b>0,605</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

De acordo com a referência bibliográfica e através de conhecimentos prévios, sabe-se que aderência dos tipos de argamassas colantes AC-I, AC-II, AC-III possuem maior aderência de maneira crescente, respectivamente. Porém, este fato não pode ser afirmado diante do ensaio de aderência realizados com os três tipos de argamassas colantes do fabricante 3. Diante da Tabela 2 pode-se confirmar que a argamassa do tipo AC-II (1,056 MPa) adere com maior força ao revestimento cerâmico quando aplicado no substrato parede de concreto, na sequencia de maior aderência tem-se o tipo AC-III (0,605 MPa) e após a AC-I (0,305 MPa).

A Tabela 3 evidencia os valores de  $Ra$  - Resistência à aderência a tração (MPa) da argamassa colante do fabricante 1 dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

**Tabela 3 Valores obtidos de resistência á tração a partir do ensaio de aderência – Argamassas fabricante 1**

<b>Ra - Resistência à aderência a tração (MPa)</b>			
	<b>AC-I</b>	<b>AC-II</b>	<b>AC-III</b>
<b>Cu1</b>	0,27	0,27	0,46
<b>Cu2</b>	0,34	0,48	1,19
<b>Cu3</b>	0,48	0,57	1,19
<b>Cu4</b>	0,30	0,43	0,94
<b>Cu5</b>	0,17	0,48	0,43
<b>Cu6</b>	0,40	0,51	1,06
<b>Cu7</b>	0,31	0,54	1,17
<b>Cu8</b>	0,27	0,46	0,75
<b>Cu9</b>	0,35	0,51	0,94
<b>Cu10</b>	0,34	0,46	1,01
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,078</b>	<b>0,077</b>	<b>0,268</b>
<b>Média</b>	<b>0,329</b>	<b>0,471</b>	<b>0,914</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Neste caso (Tabela 3), os valores obtidos de aderência dos três tipos de argamassas colantes do fabricante 1 corroboram com os pressupostos da referencia bibliográfica, já que a argamassa colante do tipo AC-III gerou maior valor de resistência á aderência e assim maior aderência (0,914 MPa) ao revestimento cerâmico e ao substrato-parede de concreto não lavada, posteriormente o tipo AC-II gerou maior de aderência (0,471 MPa) quando comparado ao tipo AC-I (0,329 MPa) de argamassa colante do fabricante 1.

A Tabela 4 evidencia os valores de Ra - Resistência a aderência a tração (MPa) da argamassa colante de marca comercial fabricante 2 dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

**Tabela 4 Valores obtidos de resistência á tração a partir do ensaio de aderência – Argamassas do fabricante 2**

<b>Ra - Resistência à aderência a tração (MPa)</b>			
	<b>AC-I</b>	<b>AC-II</b>	<b>AC-III</b>
<b>Cb1</b>	-0,05	0,97	0,20
<b>Cb2</b>	0,11	0,58	0,35
<b>Cb3</b>	0,11	0,65	0,34
<b>Cb4</b>	0,08	0,60	0,37
<b>Cb5</b>	0,12	0,84	0,29
<b>Cb6</b>	0,03	0,92	0,15
<b>Cb7</b>	0,06	0,43	0,18
<b>Cb8</b>	0,10	0,33	0,28
<b>Cb9</b>	0,09	0,31	0,23
<b>Cb10</b>	0,06	0,49	0,08
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,048</b>	<b>0,222</b>	<b>0,090</b>

<b>Média</b>	<b>0,084</b>	<b>0,612</b>	<b>0,247</b>
--------------	--------------	--------------	--------------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Diante dos dados obtidos para determinar os valores de resistência á aderência á tração (MPa) das três categorias de argamassas colantes do fabricante 2 avalia-se que o primeiro valor de mensurado de aderência para a argamassa colante do tipo AC-I gerou uma força negativa, o conseqüente gerou um  $R_a$  também negativo, ocasionando na sua exclusão diante dos demais valores obtidos.

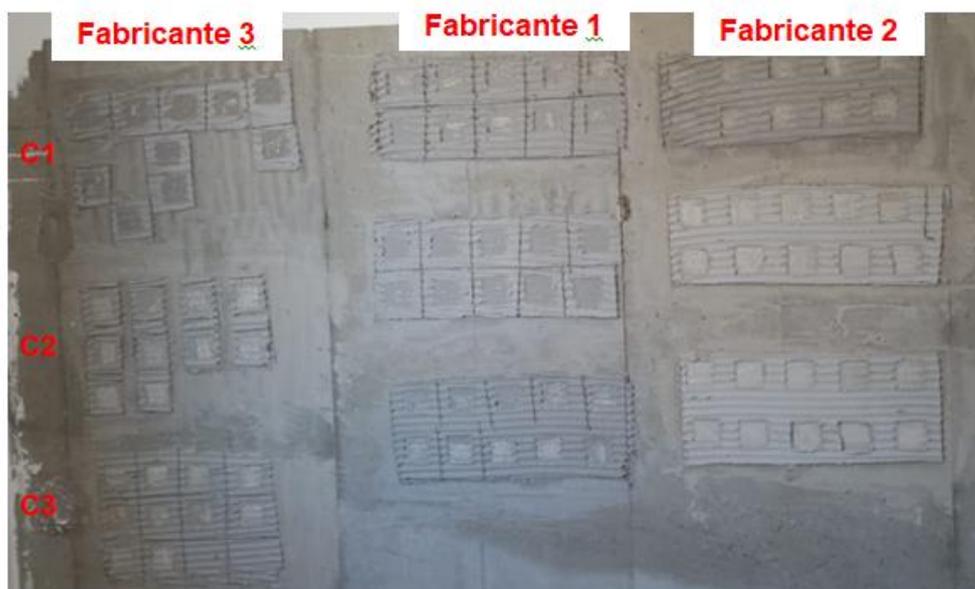
Diante das médias dos valores de resistência á aderência a tração a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-II (0,612 MPa) confere maior aderência ao revestimento cerâmico e ao substrato quando comparado aos outros tipos de argamassa colantes da mesma linha comercial, AC-III (0,247 MPa) e AC-II (0,082 MPa), seguindo-se do mesmo raciocínio dos valores de aderência para as argamassas colantes do fabricante 3.

Correlacionando as três marcas de argamassas e concomitantemente seus valores de aderência obtidos do ensaio de resistência á aderência a tração, a argamassa colante AC-II (1,056 MPa) do fabricante 3 garante maior aderência quando utilizada em revestimento cerâmico aplicado em substrato-parede de concreto não lavada.

### **5.1.2 Inspeção visual dos arrancamentos**

Foram observados a olho nu como ocorreram os arrancamentos do revestimento cerâmico aderido ao substrato-parede de concreto não lavada utilizando argamassas fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) e do fabricante 3 (AC-I, AC-II, AC-III), conforme Figura 9.

**Figura 9** Aplicação das argamassas na parede de concreto não lavada



Fonte: Acervo do autor, 2019.

Diante da Figura 9, tem-se a argamassa referente a cada marca de acordo com a coluna e de maneira sequencial os tipos das argamassas das marcas específicas. De acordo com as diretrizes da norma, as argamassas foram aplicadas com espessura não ultrapassando o valor mínimo permitido, de 5 mm, conforme demonstrado na Figura 10.

**Figura 10** Espessura da aplicação das argamassas



Fonte: Acervo do autor, 2019.

O assentamento do revestimento cerâmico ocorreu dentro do intervalo de tempo exigido pela norma, o qual não pode ultrapassar um intervalo de 30 s segundos para assentar um revestimento cerâmico em relação ao outro, para garantir que as características reológicas da argamassa permaneçam semelhantes para todos os corpos de prova, conforme Figura 11.

**Figura 11 Assentamento dos revestimentos cerâmicos nas argamassas colantes**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

Vale ressaltar que as dimensões dos revestimentos cerâmicos também foram cortados conforme exigência da norma, sendo 50 mm a medida das arestas.

De acordo com a Figura 5 da norma NBR 13754:1996 os arrancamentos devem comparados aos exemplos ilustrativos contendo as possíveis formas de ruptura.

### **5.1.3.2 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 3**

Os arrancamentos para as argamassas do fabricante 3 tipo AC-I, AC-II e AC-III ocorreram conforme as Figuras 12, 13, 14, 15, 16, e 17.

**Figura 12 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 3 do tipo AC-I.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 13 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 3 do tipo AC-I.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 14 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 3 do tipo C2.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 15 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 3 do tipo C2.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 16 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 3 do tipo AC-II**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 17 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 3 do tipo AC-III.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

As avaliações das rupturas conforme exigido pela norma NBR NBR 13754:1996, estão exemplificadas na Tabela 5 de acordo com cada tipo da argamassa.

Tabela 5 Avaliações de rupturas - Argamassas do fabricante 3

<b>Argamassa Colante do fabricante 3</b>	
<b>Tipo AC-I</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	80% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á tração é igual ao do ensaio
<b>Tipo C2</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Porcentagem</b>	45% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á tração é igual ao do ensaio
<b>Tipo C3</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	50% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á tração é igual ao do ensaio

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Infere-se que os 3 tipos de argamassas colantes do fabricante 3 ficaram aderidas em proporções aproximadamente semelhantes tanto nos revestimentos cerâmicos como no substrato (parede de concreto não lavada).

### 5.1.3.2 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 1

Os arrancamentos para as argamassas colantes do fabricante 1 tipo AC-I, AC-II, AC-III ocorreram conforme as Figuras 18, 19, 20, 21, 22, e 23.

**Figura 18 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa fabricante 1 do tipo AC-I.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 19** Face da parede de concreto não lavada após ruptura – Argamassa fabricante 1 do tipo AC-I.



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 20** Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa fabricante 1 do tipo AC-II.



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 21** Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa fabricante 1 do tipo AC-II.



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 22** Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa fabricante 1 do tipo AC-III.



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 23 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa fabricante 1 do tipo AC-III.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

As avaliações das rupturas conforme exigido pela norma NBR 13754:1996, estão exemplificadas na Tabela 6 de acordo com cada tipo da argamassa.

**Tabela 6 Avaliações de rupturas - Argamassas do fabricante 1**

<b>Argamassa Colante fabricante 1</b>	
<b>Tipo AC-I</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	65% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á tração é igual ao do ensaio
<b>Tipo AC-II</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	90% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á tração é igual ao do ensaio
<b>Tipo AC-III</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	30% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á tração é igual ao do ensaio

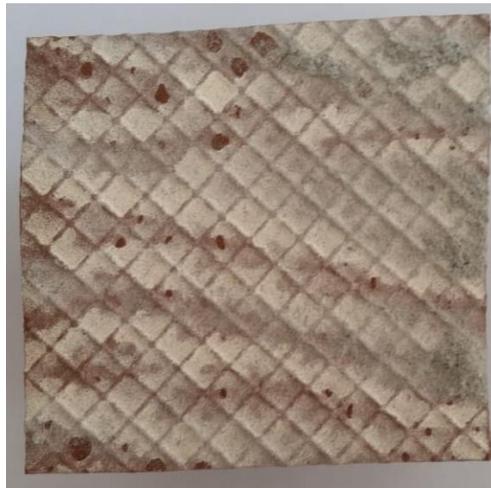
Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Avalia-se que neste caso os 3 tipos de argamassa do fabricante 1 ficaram aderidas em maior proporção nos revestimentos cerâmicos, de maneira decrescente, argamassa do tipo AC-II (90%), AC-I (65%) e AC-III (30%).

### **5.1.3.3 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 2**

Os arrancamentos para as argamassas do fabricante 2 dos tipos AC-I, AC-II, AC-III ocorreram conforme as Figuras 24, 25, 26, 27, 28, e 29.

**Figura 24 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-I.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 25 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 2 do tipo AC-I.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 26 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-II.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 27 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 2 do tipo AC-II.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 28 Ruptura do revestimento cerâmico utilizando a argamassa do fabricante 2 do tipo AC-III.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

**Figura 29 Face da parede de concreto não lavada após ruptura - Argamassa do fabricante 2 do tipo AC-III.**



Fonte: Acervo do autor, 2019.

As avaliações das rupturas conforme exigido pela norma NBR 13754:1996, estão exemplificadas na Tabela 7 de acordo com cada tipo da argamassa.

Tabela 7 Avaliações de rupturas - Argamassas do fabricante 2

<b>Argamassa Colante do fabricante 2</b>	
<b>Tipo AC-I</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	10% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á atração é igual ao do ensaio
<b>Tipo AC-II</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	6% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á atração é igual ao do ensaio
<b>Tipo AC-III</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura na interface argamassa/substrato (B conforme Figura 5)
<b>Forma da ruptura</b>	2% argamassa aderida ao revestimento
<b>Especificação</b>	O valor da resistência á atração é igual ao do ensaio

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Diante das observações pode-se inferir que nos três tipos de argamassas colantes do fabricante 2 as rupturas ocorreram entre o revestimento cerâmico e argamassa-substrato (parede de concreto não lavada), ou seja, durante a rupturas nos três casos a argamassa permaneceu fixada no substrato, de maneira decrescente conforme os tipos de argamassa AC-I, AC-II e AC-III.

## 5.2 NBR 14081-3:2012

Nesta seção serão avaliados o desempenho e qualidade das argamassas fabricante 1 (AC-I, AC-II e AC-III), do fabricante 2 (AC-I, AC-II e AC-III) e do fabricante 3 (AC-I, AC-II, AC-III), aplicadas em revestimento cerâmico utilizando-se do substrato de concreto não lavado, através dos valores de tempo em aberto e como ocorreram os arrancamentos a olho nu, baseando-se na norma 14081-3:2012, já que os ensaios foram realizados em campo e não em laboratório.

### 5.2.1 Estimativa do tempo em aberto das argamassas colantes comerciais

Para determinar se os tipos de argamassas comerciais atendem ao tempo em aberto proposto pela norma NBR 14081-3:2012, primeiramente aplicou-se os valores de tensão de ruptura ( $F_t$ ) encontrados Equação 3 ( semelhante a  $R_a$  - Resistência à aderência a tração (MPa))

$$F_t = \frac{T}{A} \text{ Equação 3}$$

De acordo com as diretrizes da norma NBR 14081-3:2012 para valores de média de  $F_t$  superiores ou iguais a 0,30 MPa, deve-se descartar todos os resultados do ensaio que se distanciam mais de 20% da média calculada. Para média inferior 0,30 MPa deve-se descartar os resultados que se distanciam da média mais que 0,06 MPa.

Aplicando-se esses requisitos nos valores de tensão de ruptura calculados, obtidos em relação a cada tipo de argamassa colante conforme o nome comercial tem-se que a Tabela 8 evidencia os valores de  $F_t$  - tensão de ruptura (MPa) da argamassa colante do fabricante 3 dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

**Tabela 8 Tensões de rupturas - Argamassas fabricante 3**

	$F_t$ - tensão de ruptura (MPa)		
	AC-I	AC-II	AC-III
<b>Cp1</b>	-	0,60	0,43
<b>Cp2</b>	-	1,32	0,66
<b>Cp3</b>	-	1,25	0,47
<b>Cp4</b>	-	1,10	0,53
<b>Cp5</b>	0,75	1,30	0,32
<b>Cp6</b>	0,58	1,07	0,64
<b>Cp7</b>	-	0,90	0,31
<b>Cp8</b>	-	0,84	1,20
<b>Cp9</b>	-	1,13	0,71
<b>Cp10</b>	0,48	1,05	0,78
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,111</b>	<b>0,213</b>	<b>0,250</b>
<b>Média</b>	<b>0,305</b>	<b>1,056</b>	<b>0,605</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Devido aos requisitos da norma NBR 14081-3:2012 foram desconsiderados os valores Cp1-AC-I, Cp2-AC-I, Cp3-AC-I, Cp4-AC-I, Cp7- AC-I, Cp8-AC-I e Cp9-AC-I, já que esses resultados do ensaio se distanciam mais de 20% da média calculada (média superior a 0,305). Não foi possível calcular uma nova média, já que houveram apenas 3 resultados válidos, sendo que o limite para uma nova média é ter 5 valores ou mais. Portanto, a argamassa colante AC-I do fabricante 3 não atende a norma NBR 14081-3:2012, ou seja, não possui tempo aberto  $\geq 15$  minutos conforme explicitado na Tabela 1. Já as argamassas do tipo AC-II e AC-III atendem a norma, pois enquadram-se no intervalo de tempo aberto adequado como determinado pela mesma, no caso  $\geq 20$  minutos.

A Tabela 9 evidencia os valores de  $F_t$  - tensão de ruptura (MPa) da argamassa do fabricante 1 dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

Tabela 9 Tensões de rupturas - Argamassas fabricante 1

	$F_t$ - tensão de ruptura (MPa)		
	AC-I	AC-II	AC-III
<b>Cu1</b>	-	-	0,46
<b>Cu2</b>	0,34	0,48	1,19
<b>Cu3</b>	0,48	0,57	1,19
<b>Cu4</b>	-	0,43	0,94
<b>Cu5</b>	-	0,48	0,43
<b>Cu6</b>	0,40	0,51	1,06
<b>Cu7</b>	0,31	0,54	1,17
<b>Cu8</b>	-	0,46	0,75
<b>Cu9</b>	0,35	0,51	0,94
<b>Cu10</b>	0,34	0,46	1,01
<b>Média</b>	<b>0,329</b>	<b>0,471</b>	<b>0,914</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>0,055</b>	<b>0,041</b>	<b>0,267</b>
<b>Nova Média</b>	<b>0,370</b>	<b>0,493</b>	-

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Os valores de tensão de ruptura da argamassa do fabricante 1 do tipo C1, especificamente o Cu1-AC-I, Cu4-AC-I, Cu5-AC-I e Cu8-AC-I foram descartados, e o valor Cu1-AC-II da argamassa colante Tipo 2 da mesma marca também foi desconsiderado conforme especificações da norma, porém uma nova média para os dois tipos de argamassa foram calculados, já que foram excluídos menos de 5 valores. Assim, as argamassas AC-I, AC-II e AC-III apresentam tempo aberto conforme exigido pela norma NBR 14081-3:2012, sendo  $\geq 15$ ,  $\geq 20$ ,  $\geq 20$ , respectivamente. Neste caso todos os tipos de argamassas colantes da marca comercial apresentadas atendem a norma.

A Tabela 10 evidencia os valores de  $F_t$  - tensão de ruptura (MPa) da argamassa do fabricante 2 dos tipos AC-I, AC-II e AC-III.

Tabela 10 Tensões de rupturas - Argamassas do fabricante 2

	$F_t$ - tensão de ruptura (MPa)		
	AC-I	AC-II	AC-III
<b>Cb1</b>	-	0,97	-
<b>Cb2</b>	-	0,58	0,35
<b>Cb3</b>	-	0,65	0,34
<b>Cb4</b>	-	0,60	0,37
<b>Cb5</b>	-	0,84	-
<b>Cb6</b>	-	0,92	-
<b>Cb7</b>	-	0,43	-
<b>Cb8</b>	-	0,33	-
<b>Cb9</b>	-	0,31	-
<b>Cb10</b>	-	0,49	-
<b>Desvio Padrão</b>	-	<b>0,223</b>	<b>0,0125</b>

<b>Média</b>	-	<b>0,612</b>	<b>0,247</b>
--------------	---	--------------	--------------

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

No caso das argamassas do fabricante 2, apenas a argamassa colante do tipo AC-II atende a norma NBR 14081-3:2012, ou seja, o seu tempo aberto ótimo encontra-se dentro do intervalo de tempo aberto, sendo  $\geq 20$  minutos. Diante dos requisitos da norma nenhum dos valores determinados de tensão de ruptura da argamassa colante tipo AC-I da marcar enquadram-se no limite, em relação ao tipo C3 apenas as tensões de ruptura (MPa) Cb2-AC-III, Cb3-AC-III, Cb4-AC-III atenderam aos parâmetros da norma, porém por possui menos de 5 repetições de valores de tensão ruptura, não gerou-se uma nova média, não enquadrando-se ao tempo aberto requerível de uma argamassa colante do tipo AC-III.

Contudo, apenas as argamassas do fabricante 3, tipo AC-II e AC-III, do fabricante 1 AC-I, AC-II e a do fabricante 2 AC-II atendem a norma NBR 14081-3:2012, assim apresentam tempo aberto dentro do intervalo de minutos adequados as diretrizes da normativa.

## **5.2.2. Inspeção visual dos arrancamentos**

De acordo com a Figura 7 da norma NBR 14081-3:2012 os arrancamentos devem comparados aos exemplos ilustrativos: descrever o possível tipo de ruptura e sua porcentagem aproximada conforme (ruptura do substrato (S), ruptura argamassa e substrato (S/A), ruptura argamassa colante (A), ruptura na interface argamassa e placa de cerâmica (A/P), ruptura da placa de cerâmica (P), falha na colagem da peça metálica (F).

### **5.2.2.1 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 3**

Diante da Figura 7 e através de análises das Figuras 12,13,14,15,16 e 17, pôde-se definir a maneira como ocorreram as rupturas conforme as diretrizes da norma NBR 14081-3:2012 para as argamassas dos tipos AC-I, AC-II e AC-III do fabricante 3, conforme Tabela 11.

Tabela 11 Características das rupturas - Argamassas fabricante 3

Argamassa Colante fabricante 3		
Tipo AC-I		
Tipo de ruptura	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)	
S		0%
S/A		20%
A		100%
A/P		80%
P		0%
F		0%
Tipo AC-II		
Tipo de ruptura	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)	
S		0%
S/A		55%
A		100%
A/P		45%
P		0%
F		0%
Tipo AC-III		
Tipo de ruptura	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)	
S		0%
S/A		50%
A		100%
A/P		50%
P		0%
F		0%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

### 5.2.2.2 Arrancamentos das argamassas colantes do fabricante 1

Diante da Figura 7 e através de análises das Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23, pôde-se definir a maneira como ocorreram as rupturas conforme as diretrizes da norma NBR 14081-3:2012 para as argamassas dos tipos AC-I, AC-II e AC-III do fabricante 1, conforme Tabela 12.

Tabela 12 Características das rupturas - Argamassas fabricante 1

<b>Argamassa Colante fabricante 1</b>	
<b>Tipo AC-I</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)
<b>S</b>	0%
<b>S/A</b>	45%
<b>A</b>	100%
<b>A/P</b>	65%
<b>P</b>	0%
<b>F</b>	0%
<b>Tipo AC-II</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)
<b>S</b>	0%
<b>S/A</b>	10%
<b>A</b>	100%
<b>A/P</b>	90%
<b>P</b>	0%
<b>F</b>	0%
<b>Tipo AC-III</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)
<b>S</b>	0%
<b>S/A</b>	70%
<b>A</b>	100%
<b>A/P</b>	30%
<b>P</b>	0%
<b>F</b>	0%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Diante da Figura 7 e através de análises das Figuras 24, 25, 26, 27, 28 e 29, pôde-se definir a maneira como ocorreram as rupturas conforme as diretrizes da norma NBR 14081-3:2012 para as argamassas dos tipos AC-I, AC-II e AC-III do fabricante 2, conforme Tabela 13.

Tabela 13 Características das rupturas - Argamassas do fabricante 2

<b>Argamassa Colante do fabricante 2</b>	
<b>Tipo AC-I</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)
<b>S</b>	0%
<b>S/A</b>	90%
<b>A</b>	100%
<b>A/P</b>	10%
<b>P</b>	0%
<b>F</b>	0%
<b>Tipo AC-II</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)
<b>S</b>	0%
<b>S/A</b>	94%
<b>A</b>	100%
<b>A/P</b>	6%
<b>P</b>	0%
<b>F</b>	0%
<b>Tipo AC-III</b>	
<b>Tipo de ruptura</b>	Ruptura da argamassa colante (A conforme Figura 7)
<b>S</b>	0%
<b>S/A</b>	98%
<b>A</b>	100%
<b>A/P</b>	2%
<b>P</b>	0%
<b>F</b>	0%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Diante das análises de rupturas dos três tipos de argamassas dos fabricantes 3, 1 e 2, verifica-se que houve diferentes proporções em relação a ruptura na interface argamassa e substrato (S/A) e em relação a ruptura na interface argamassa e placa cerâmica (A/P).

Infere-se que as argamassas que ficaram aderidas em maiores proporções no substrato S/A (fabricante 3 AC-II, fabricante 2 AC-I, AC-II, AC-III e do fabricante 1 AC-III) não perderam a propriedade de coesão mesmo com o endurecimento, porém houve uma diminuição em sua aderência. Tal fato pode ser comprovado pela impermeabilidade do substrato que é inferior ao da placa cerâmica, assim a parede de concreto não lavada pode ser mais propensa a rompimentos já que a aderência mecânica esta prejudicada, sendo algo não interessante para as construções civis.

Em relação as argamassas que houveram predominância da ruptura do tipo A/P (fabricante 3 AC-I, AC-III, fabricante 1 AC-I e AC-II), pode-se dizer que durante a mistura da água á argamassa houve uma boa hidratação de seus

componentes químicos, sendo que capacidade de absorção de água pela placa garantiu a ocorrência desse tipo de ruptura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises dos dados de resistência á aderência á tração (NBR 13754:1996), estimativa do tempo em aberto (NBR 14081-3:2012) e observações e inferências das maneiras como ocorreram os arrancamentos e as rupturas das argamassas colantes comerciais, pode-se que afirmar que as as normas em conjunto foram essenciais, pois se complementaram para determinar quais as argamassas colantes e seus tipos possuem maior desempenho e qualidade quando aplicadas ao revestimento cerâmico assentado a parede de concreto.

Diante da determinação dos valores de aderência nas condições determinadas, pode-se dizer que apenas a a argamassa do fabricante 1 seguiu a linha de raciocínio conforme o esperado, já que a argamassa AC-III (0,914 MPa) foi mais aderente que a AC-II (0,471 MPa), e a C2 mais aderente que a AC-I (0,329). No geral a argamassa que apresentou mais aderência foi a AC-II do fabricante 3 e a que obteve menor aderência foi a AC-I do fabricante 2. Além disso, os quesitos observacionais de arrancamentos inferiram que todas as argamassas sofreram rupturas na interface argamassa/substrato, podendo-se concluir que todos os valores de resistência á tração são iguais aos dos ensaios, o que afirma que os ensaios como todo foram executados corretamente a partir das concepções normativas.

A suposição do tempo em aberto para as argamassas comerciais foi uma maneira de qualificar ainda mais o presente o estudo dando maior detalhamento a determinação da qualidade e desempenho das mesmas. As argamassas do fabricante 3 AC-I, fabricante 2 AC-I e AC-II não atenderam ao limite de tempo em aberto exigido pela norma, assim não se pode atribuir que as mesmas possuem bom desempenho ou qualidade. Ainda, as argamassas foram avaliadas como ocorreram seus processos de ruptura, sendo que as rupturas que obtiveram maiores proporções de argamassas colantes aderidas as placas cerâmicas são as que merecem destaque, pois o procedimento de hidratação das argamassas foram feitas de maneira correta, garantindo a aderência, a coesão e viscosidade adequadas para as mesmas, este fato pode ser

evidenciado pelas argamassas do fabricante 3 AC-I (porém não aproximou-se ao tempo aberto de sua categoria), AC-III, fabricante 2 AC-I e AC-II. As argamassas que aderiram em maior proporção ao substrato, no caso a parede não lavada obtiveram mal desempenho, já que podem causar futuramente patologias na parede, como fissuras, oxidações, aberturas, dentre outros aspectos negativos, essas argamassas foram do fabricante 3 AC-II, fabricante 1 AC-III e fabricante 2 AC-I, AC-II e AC-III.

Contudo, pode-se afirmar que as argamassas colantes comerciais que obtiveram melhor desempenho e demonstram-se de maior qualidade para assentamentos de revestimentos cerâmicos em uma parede de concreto não lavada, foram as argamassas do fabricante 1 AC-I e AC-II, pois atenderam aos todos requisitos e se enquadram a todos parâmetros das normas NBR 13754:1996 e NBR 14081-3:2012.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13754:1996: **Revestimento de paredes de internas com placas de cerâmica e com utilização de argamassa colante**. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-3:2012: **Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Parte 3: Determinação do tempo em aberto**. Rio de Janeiro, 1998.

BELLEI, Poliana. **Determinação do tempo de utilização por viscometria de argamassas colantes**. (Dissertação) – Pós Graduação Profissional em Engenharia Civil, Área de Concentração em Construção Civil e Preservação Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 2016.

COSTA, Marienne., CINCOTTO, Maria Alba., PILEGGI, Rafael G. Análise comparativa de argamassas colantes de mercado e o seu comportamento reológico. In: **VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas I** International Symposium on Mortars Technology. Florianópolis, 2005.

FLORENZA, Luciana da Silva. **Conservação de tijolo cerâmico em alvenarias históricas**. 231 f. 2016. (Dissertação) - Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, 2016.

GASPARIN, Leonardo. **Avaliação da influência do aditivo plastificante multifuncional redutor de água na resistência mecânica do concreto dosado pelo método ABC**. 71 f. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário, UNIVATES, Lajeado, 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 192 p.

IAU (Instituto de arquitetura e urbanismo – USP). **Guia cerâmica completo**. 2010. Disponível em: <[https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/06/content/0601\\_nomas.htm](https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/06/content/0601_nomas.htm)> Acessado em 04 de Fevereiro de 2019.

IAU (Instituto de arquitetura e urbanismo – USP). **Tempo aberto**. 2010. Disponível em: <[https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/02020302\\_tempo\\_aberto.htm](https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiaceramica-completo/02/content/02020302_tempo_aberto.htm)>. Acessado em 08 de Fevereiro de 2019.

KUDO, Elisabete Kioko. **Caracterização reológica de argamassas colantes**. 141 f. 2012. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

LIMA, Tomás. **PBQP-H. O que é? O que eu preciso saber?**. 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/pbqp-h-conceito>> . Acessado em 04 de Fevereiro de 2019.

MARVILA, Teixeira Markssuel. **Desenvolvimento de um aditivo para argamassas de uso com uma composição argila-calcário**. 199 f. 2018. (Dissertação) - Mestrado apresentado ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UNEF, Rio de Janeiro, 2018.

MELLO, Talles. **Argamassa materiais de construção civil**. 2010. Disponível em: <<https://slideplayer.com.br/slide/13968826/>>. Acessado em 03 de abril de 2019.

MORAES, Mayara. **Argamassa de revestimento e assentamento**. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17310/material/09%20-%20Argamassas.pdf>>. Acessado em 08 de fevereiro de 2019.

NAKAMURA, Juliana. **Teste padrão ensaio de aderência de revestimentos de argamassa**. 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/159/teste-padrao-ensaio-de-aderencia-de-revestimentos-de-argamassa-287754-1.aspx>>. Acessado em 08 de fevereiro de 2019.

OLIVEIRA, Marcelo de Jesus Dias. **Avaliação do tempo de consolidação de argamassas colantes através de métodos reológicos**. 150 f. 2015. (Dissertação) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria – Rio Grande do Sul, 2015.

PEREIRA, Caio. **Tipos de argamassas colantes**. 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-argamassa-colante/>>. Acessado em 08 de fevereiro de 2019.

PEREIRA, Helena Ravache Samy. **Análise da Retenção de Água em Argamassas com Resíduo de Fundição**. 2012. Disponível em: <<http://www.catholicasc.org.br/arquivosUpload/5388715351369419050.pdf>>. Acessado em 08 de Fevereiro de 2019.

RESENDE, Mauricio. **Teste padrão ensaio de aderência de revestimentos de argamassa**. 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/159/teste-padrao-ensaio-de-aderencia-de-revestimentos-de-argamassa-287754-1.aspx>>. Acessado em 08 de fevereiro de 2019.

SANTOS, Heraldo Barbosa. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento**. 50 f. 2008. (MONOGRAFIA) – Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, Cláudio Oliveira. **Análise crítica dos requisitos e critérios de qualidade de argamassa colante**. 2003. 222 f. (Dissertação) – Mestrado em Engenharia, Engenharia de construção civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOARES, Elaine Manenti., ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei. **Avaliação da resistência de aderência a tração de argamassas colantes industrializadas com adição de inibidor de hidratação**. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/5884/1/ElaineManentiSoares.pdf>>. Acessado em 08 de Fevereiro de 2019.

SOUZA, Dogmar A., GUIMARÃES, Paulo Avelar. PERUZZI, Antônio de Paulo. **Qualidade, segurança e eficiência de canteiros de obras**. 11 f. Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil, Uberlândia, 2013.